

PHOSPHAT ACID AND FLOCCULAN ADDED IN JUICE SUGAR CRYSTAL PROCESS

Dyah Suci Perwitasari

Jurusan Teknik Kimia FakultasTeknologi Industri UPN"Veteran" JawaTimur

Abstract

The level of the requirement would sugar increased continued each year, in line with the growth and the development of the inhabitants as well as technology in Indonesian. To overcome this lack, a part from with did import sugar was also done by the increase in the sugar industry came from palm juice sugar. Palm juice sugar was the only main raw material in the production of crystal sugar for the moment. For produced clear palm juice with the better quality, then must be paid attention to by the age, the maturity, the kind, the freshness from the sugar cane crop personally. The aim of this research was to look for the alternative to the replacement from the process sulfitasi that uptil now was worn the sugar factory and to know the optimal condition from clear palm juice by seeing the dose flocculan in accordance with the condition that was undertaken. The process of his research of being raw palm juice was increased lime milk until the alkaline condition and was heated until the temperature 100 °C, After wards was added by use phosphate acid as the condition that was determined and flocculan in accordance with the variable that was undertaken. Further was bent, refined and analysed. Best results were obtained palm juice with the increase in phosphat acid the dose 80 mg/l and without flocculan that is 91.37°S; whereas for the analysis of the content phosphat, turbidy, the colour and the content of the lime were 31,8 mg/l, 14,8 mg/l, 2749 ICU, 483 mg/l that is in the increase in the dose of phosphate acid 80 mg/l and flocculan 2 mg/l.

Keywords : Phosphat acid, flocculan, palm juice sugar.

Pendahuluan

Gula kristal hingga saat ini masih merupakan salah satu macam komoditas yang menarik dan menguntungkan tidak hanya bagi petani tebu tapi juga bagi industri makanan, bahan baku utama dari pembuatan gula kristal ini adalah tanaman tebu.

Dalam pabrik gula, ada enam tahapan yang harus dilalui. Salah satu tahapan yang teramat penting adalah tahap pemurnian. Tujuannya adalah meningkatkan kemurnian nira tebu, mencegah terjadinya inverse dan memisahkan gula dari kotoran bukan gula yang terikut dalam nira sehingga menghasilkan nira yang jernih serta bersih.

Pada kondisi awal, nira tebu mempunyai kisaran pH 5,2 – 5,5 atau dalam kondisi asam dan sudah diketahui juga dari penelitian terdahulu bahwa pada kondisi asam, nira tebu mudah sekali mengalami inversi sukrosa dengan cepat sehingga dapat menurunkan kadar sukrosa dalam nira tebu. Oleh karena itu, dengan menaikkan pH pada nira diharapkan dapat mengatasi masalah inverse, untuk itu perlu ditambahkan susu kapur / $\text{Ca}(\text{OH})_2$ atau dinamakan proses defikasi yang berfungsi mencegah keasaman dan sekaligus sebagai penjernih. (Edi Purnomo, 1994).

Penambahan susu kapur dilanjutkan dengan pemanasan sampai dengan suhu 103°C saja ternyata tidaklah cukup membuat kotoran bukan gula dapat mengendap dikarenakan kotoran tersebut mempunyai sifat koloidal, sehingga kotoran tersebut tidak sepenuhnya dapat mengendap. Untuk saat ini proses yang dilakukan untuk menghilangkan sifat koloidal dari nira adalah dengan mengalirkan gas SO_2 (proses sulfitasi) kedalam nira yang sudah ditambahkan susu kapur. Penambahan gas SO_2 lebih berfungsi sebagai pemucatan (bleaching). Menurut standart nasional Indonesia (SNI) kandungan SO_2 (sulfit) tidak boleh melebihi 2 mg/kg gula untuk mutu satu dan 5 mg/Kg gula untuk mutu dua. Saat ini SO_2 sudah tidak direkomendasi sebagai pemucat bahan makanan karena membahayakan kesehatan manusia oleh karena itu dicari alternatif pengganti dengan cara menambahkan asam fosfat 80 mg/l kemudian ditambahkan larutan flokulan dengan dosis sesuai peubah yang dijalankan.

Menurut Sumarno (1997), bahwa untuk mengeluarkan kotoran dari leburan gula kristal D2 pada stasiun pemasakan melalui proses fosfatasi (penambahan Asam Phosphat) dan flotasi (pengapungan),

penambahan asam Phosphat 100 mg/l pada suhu pemanasan 80° C menunjukkan hasil terbaik dari segi analisa derajat kemurnian, kejernihan (turbidity) dan warnanya.

Tujuan penelitian ini adalah sebagai alternatif pengganti dalam proses sulfitasi yang selama ini telah dipakai di pabrik gula dan untuk mengetahui kondisi optimal dari nira jernih dengan melihat dosis flokulan sesuai kondisi yang dijalankan.

Nira Tebu

Di dalam tanaman tebu, jika digiling terdapat air hasil gilingan dan ampas dari tebu, kemudian air hasil gilingan itu disaring dan air itu yang di namakan nira dan proses penyaringan ini sering dinamakan ekstraksi. Jadi nira adalah air hasil gilingan atau ekstraksi dari tanaman tebu, di dalam nira terdapat banyak sekali zat – zat yang terkandung didalamnya, misalnya daun kering, blendok, pectin serta polisakarida starch, karena biasanya tebu yang digiling didalam pabrik dalam keadaan kotor, kering, tidak dicuci, dan tidak dikuliti terlebih dahulu.

Adapun komposisi yang terkandung dalam nira menurut penelitian Socjoto S, 1975 adalah :

Tabel 1. Komposisi Nira

Komposisi	Besarnya
Brix	16,88 – 17,85 %
HK Pol	82,69 – 83,49 %
Sakarosa	12,09 – 13,24 %
Gula Reduksi	0,79 – 1,35 %
Abu Fosfat	0,7 – 1,25 %

Sumber : Soejoto S, 1975

Adapun syarat mutu nira yang baik menurut penelitian terdahulu ada pada table 2.

Tabel 2. Komposisi Nira

Komposisi	Besarnya
Polarisasi	93,34 %
Hk Pol	94,40 %
Warna	50,63 %
Turbidity	394

Sumber : Sumarno, 1997

Bentuk Gula Dalam Nira Tebu

Beberapa bentuk gula karbohidrat yang ada dalam nira tebu.

1. Monosacharida

Monosacharida adalah gula tunggal yang mempunyai rumus $C_6H_{12}O_6$. Monosacharida

ini terdiri atas glukosa dan fruktosa dimana keduanya terdapat didalam nira tebu.

2. Disacharida (Sacharosa)

Disacharida tersusun dari gabungan dua buah gula tunggal. Yang terpenting didalamnya adalah sacharosa atau sukrosa atau yang lazim disebut dengan gula tebu. Secara kimiawi sukrosa termasuk gula bit.

Proses pemurnian nira umumnya dilakukan dengan tiga cara yaitu defikasi, sulfikasi dan karbonatasi.

1. Proses Defikasi

Proses ini digunakan di pabrik – pabrik gula diluar negeri untuk memproduksi gula merah atau raw sugar yang akan digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan gula rafinasi. Raw sugar dilebur kemudian diproses lagi dengan menggunakan bahan kimia dan proses tertentu. Pabrik gula merah hanya menggantungkan pengaruh penambahan kapur serta pemanasan dengan atau tanpa menggunakan bahan kimia lain. Dalam pelaksanaan pemurnian nira umumnya dilakukan kombinasi antara dosis kapur dan panas. Ada beberapa cara pengapuran yang dapat dilakukan dan pada garis besarnya (umumnya) sebagai berikut :

a. Pengapuran dingin (cold Liming)

Susu kapur (2,5 – 7,5 %) CaO ditambahkan ke dalam nira mentah untuk menaikkan pH sampai 7,2 – 8,6. Kemudian nira dipanasi sampai suhu 100 – 102 °C dan diikuti pengendapan. Normalnya sampai mendekati netral.

b. Pengapuran panas (Hot Liming)

Nira mentah dipanasi sampai suhu 100 – 102 °C kemudian susu kapur ditambahkan sampai pH 7,6 – 8,0. Dan selanjutnya diikuti pengendapan.

c. Pengendapan terbagi (Fractional Liming)

Mira mentah diberi kapur sampai pH 6,0 – 6,4, kemudian sampai suhu 100 – 102 °C kemudian dikapuri lagi sampai pH 7,6 – 7,8 dan diikuti pengendapan.

d. Pengendapan terbagi dan pemanasan ganda (F.L.D.H.)

Sebagian pengapuran diberikan kedalam nira mentah sampai pH 6,0 – 6,4 kemudian dipanaskan sampai 39° C dan diikuti pengapuran lagi sampai pH 7,6 – 7,8. Nira dipanaskan lagi sampai 100 – 102 °C kemudian diikuti pengendapan.

e. Pemurnian Majemuk (Compound Clarification)

Nira pertama yang berasal dari crusher dan gilingan ke – 1 dibed susu kapur secara

dingin terpisah dengan nira kedua (yang bersasal dari gilingan - gilingan yang lain). Endapan dari nira pertama dicampur dengan nira kedua dan nira bersih dari pengendapan kedua dicampur nira pertama sebelum dikapuri. Nira mentah yang sudah diberi kapur akan terbagi menjadi 3 lapisan. Zat yang memiliki berat jenis lebih kecil dari berat jenis nira yang mengapung diatas dan merupakan buih. Yang memiliki berat jenis yang lebih besar akan mengendap diantaranya nira kotor. Dalam proses pemurnian banyak peneliti mengemukakan betapa pentingnya fosfat didalam nira tebu. Kadar fosfat, dalam nira tebu mempunyai peranan yang baik dalam meningkatkan kualitas nira dan efisiensi pengolahan. Mochtar, M (1990). Menyaran agar fosfat yang tersedia dalam nira mentah yang akan diolah tidak kurang dari 300 mg/l. Peneliti lain juga menyatakan bila kandungan fosfat tidak cukup perlu ditambahkan fosfat mengingat calcium fosfat yang terbentuk sangat berperan untuk menurunkan (mengadsorpsi) silicic acid, larutan iron salt nitrogen non sugar dan lipid.

2. Proses Sulfitasi

Proses sulfitasi di pelbagai industri gula umumnya meliputi manipulasi nira mentah, kapur, gas SO_2 , suhu, waktu dan ketepatan reaksi. Masing - masing faktor bervariasi pada harga tertentu sehingga dapat disusun berbagai kombinasi yang berbeda dan menghasilkan macam - macam proses sulfitasi.

3. Proses Karbonatasi

Dari 68 pabrik gula di Indonesia masih ada 9 pabrik yang masih mempertahankan proses karbonatasi. Kesembilan pabrik tersebut berada di Jawa. Pendirian pabrik gula baru umumnya berlokasi di Jawa dan semua pabrik tersebut menggunakan proses sulfitasi. Ada beberapa pertimbangan untuk tetap mempertahankan proses karbonatasi karena kenyataannya cara karbonatasi masih mampu memberikan hasil yang lebih baik yaitu :

1. Penghilangan bukan gula dalam proses karbonatasi lebih besar dibandingkan dengan cara sulfitasi, yang berarti perolehan kristal gula lebih besar. Dengan perkiraan proses karbonatasi dapat menghasilkan gula lebih tinggi 2% dibandingkan dengan cara Sulfitasi.

2. Gula karbonatasi lebih sedikit kotorannya ("Chemical Impurities") dibandingkan dengan gula sulfitasi sehingga lebih disukai industri pabrik minuman (Coca-Cola, Indomilk).

Pabrik yang pernah memproduksi gula setingkat kualitas industri sebelum tahun 1982, PG Tasikmadu dan Kadhipaten.

3. Kualitas gula pabrik karbonatasi lebih tinggi dibandingkan dengan gula pabrik sulfitasi.

Asam Fosfat

Pemberian asam fosfat disini dimaksudkan untuk membentuk gumpalan yang agak besar disebut mikroflokk dari gumpalan yang dibentuk oleh penambahan susu kapur.

Keunggulan proses fosfatasi :

- Membentuk gumpalan tricalcium fosfat dalam butiran kecil yang disebut mikroflokk.
- Dapat meningkatkan Harkat Kemurnian terutama pada penambahan fosfat sampai 200 mg/l.
- Dapat menyebabkan turbidinya terutama pada fosfat sampai 200 mg/l.
- Dapat menurunkan warna pada konsentrasi sampai 200 mg/l dan berbeda nyata. (Sumarno, 1996)

Kadar fosfat yang cukup dalam nira mentah (250 - 300 mg/l) merupakan syarat yang penting untuk memperoleh hasil pengolahan (pemurnian, pembentukan inkrustasi minimal di penguapan) yang optimal.

Flokulan

Flokulan polikarilamide yaitu suatu persenyawaan polielektrolit yang bermuatan anion dengan berat molekul 5 - 10 juta flokulan. Anion sangat berperan dalam meningkatkan efisiensi pemurnian Nira dan memperbaiki mutu nira. Penggunaan flokulan di perindustrian gula Indonesia hanya terbatas pada proses pemurnian, pengendapan dan penapisan. Namun dengan makin berkembangnya teknologi pembuatan gula bermutu tinggi maka komunikasi penggunaan flokulan anion dan flokulan kation pada proses fosfatasi dan flotasi menjadi sangat penting artinya.

Susu Kapur

Dalam menggiling tebu yang kotor dan layu serta banyak tercampur daun kering, blendok, maka pemakaian kapur bening di stasiun gilingan kiranya dapat memberi sumbangan dalam merubah sifat fisik dari endapan - endapan yang tidak mudah terhidrolisis sehingga tetap dalam struktur flok yang kuat dan mudah disaring. Keberhasilan dari kerja stasiun filtrasi antara lain dinilai dari kadar kapur nira encer serta turbiditinya.

Fungsi pemberian susu kapur :

- Menghambat pertumbuhan jasad renik, karena telah diketahui bahwa jasad renik berkembang baik dengan baik pada asam.

b. Mengurangi derajat keasaman pada nira tebu.

c. Memberi keuntungan terhadap umur kerja mesin atau peralatan yang tidak tahan asam.

d. Membentuk gumpalan sebagai inti dari pembesaran kotoran mengendapan.

Proses degradasi gula reduksi pada suhu dibawah 55 °C dimungkinkan terjadinya, tetapi berjalan dengan lambat. Perpecahan gula reduksi yang terjadi pada suhu rendah tersebut tidak mempengaruhi warna nira, tetapi asam organik yang juga terbentuk bersamaan dengan pecahnya gula reduksi itu dapat mempengaruhi sifat buffer nira sehingga dapat menaikkan kadar kapur nira jernih.

Susu kapur pada nira akan membentuk gumpalan garam calcium. Gumpalan ini akan bertindak sebagai inti dari pembesaran kotoran yang mengendap, sehingga memudahkan proses filtrasi. (Edi Purnomo, 1994)

Faktor-faktor yang Mempengaruhi Proses Pemurnian Nira

Dalam penelitian ini ada beberapa faktor yang berperan dalam proses defikasi yang diikuti dengan fosfatasi diantaranya adalah: Suhu, pH, konsentrasi dari flokulan dan konsentrasi asam fosfat yang ditambahkan. Hal-hal yang berpengaruh dalam proses defikasi dan fosfatasi adalah :

a. pH

Seperti telah dijelaskan dalam defikasi dingin mempunyai kisaran pH dari 7,2 – 8,6, dan setelah itu dinetralkan lagi hingga 7,0. (Sumarno, 1994). Karena nira akan lebih bereaksi menghasilkan gumpalan kalsium Fosfat pada kondisi alkalis.

b. Suhu

Suhu merupakan hal terpenting dimana nira harus dipanaskan sampai 100 – 102 °C untuk penyempurnaan reaksi (Sumarno, 1994). Pada proses fosfatasi yang pernah diteliti terhadap gula leburan digunakan suhu 80°C. (Sumarno, 1997).

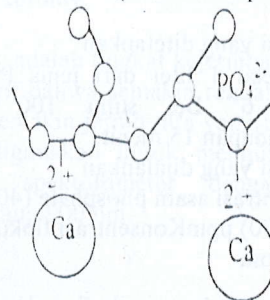
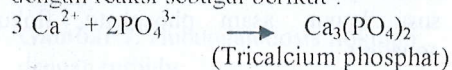
c. Dosis Asam Fosfat

Dalam penelitian yang lalu dijelaskan pula bahwa dosis fosfat terbaik adalah antara 100 sampai 200 mg/l. (Sumarno, 1997).

d. Dosis Flokulan

Dosis dari flokulan dalam penelitian yang sudah dilakukan berkisar antara 2 – 3 mg/l (T. Martoyo, 1997).

Fosfatasi adalah proses pemberian asam fosfat hingga pada konsentrasi ppm tertentu, fungsi dari pemberian asam fosfat disini adalah membantu membuat jernih nira tebu dengan cara membentuk flok – flok yang dinamakan mikrofilik. Asam fosfat yang ditambahkan akan mengikat unsur Ca^{2+} sehingga terbentuklah tricalcium fosfat dengan reaksi sebagai berikut :



Gambar 1. Pembentukan Mikroflokk Tricalcium Fosfat.

Dosis asam fosfat yang ditambahkan adalah 40, 80, 120, 160, dan 200 mg/l dengan selang 40 mg/l dari masing – masing variabel.

Sedangkan fungsi lain dari penambahan asam fosfat adalah :

a. Meningkatkan derajat kemurnian dari nira.

b. Meningkatkan kejernihan (Turbidity) dari nira

c. Dapat menurunkan warna dari nira sehingga mendekati jernih.

Pemberian flokulan dengan dosis 0 sampai dengan 40 mg/l mempunyai tujuan untuk membantu memperbesar flok sehingga dinamakan makroflok.

Penggunaan flokulan di perindustrian gula tebu Indonesia hanya terbatas pada proses pemurnian, pengendapan dan penapisan. Namun dengan makin berkembangnya teknologi pembuatan gula bermutu tinggi maka komunikasi penggunaan flokulan anion dan flokulan kation pada proses fosfatasi dan flotasi menjadi sangat penting artinya.

Jenis flokulan yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah magnaflok LT 27 karena sesuai dengan jenis tebu yang dipakai yaitu PS 851.

Gambar 2. Susunan Ikatan Flokulan

Pada penelitian ini diharapkan bahwa dengan menambahkan flokulan dapat meningkatkan kemurnian dari nira tebu sehingga diperoleh nira jernih.

Metode Penelitian

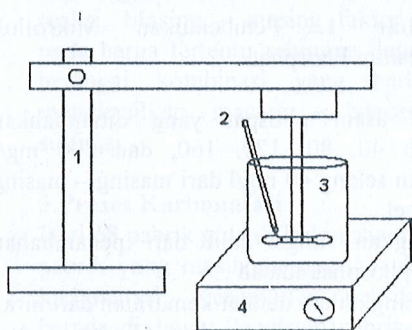
Bahan yang digunakan adalah: Nira tebu, susu kapur, asam phosphate, flokulan, aquadest.

Kondisi yang ditetapkan :

Nira tebu 1 liter dari jenis PS 851, susu kapur 6° Be, suhu 100 °C, waktu pengendapan 15 menit.

Kondisi yang dijalankan :

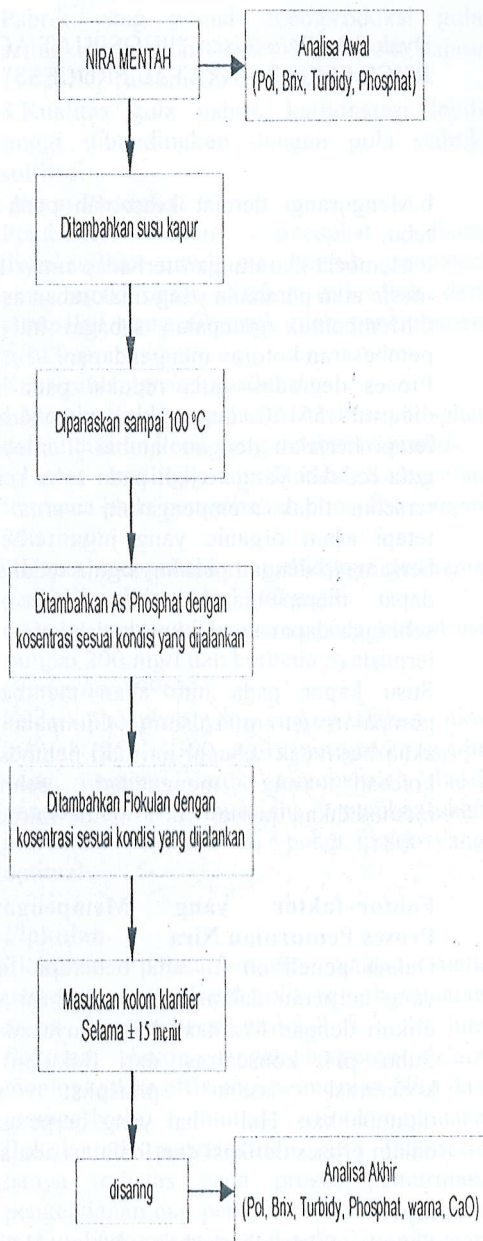
Konsentrasi asam phosphate (40, 80, 120, 160, 200) ppm
Konsentrasi flokulan (0, 1, 2, 3, 4) ppm



Gambar 4. Tangki berpengaduk

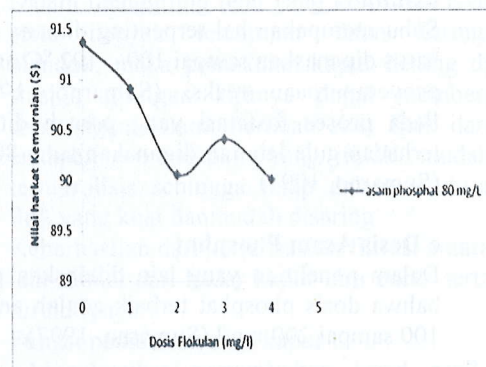
Keterangan gambar :

1. Pengaduk elektrik
2. Thermometer
3. Beaker glass



Gambar 3. Skema pemurnian nira dengan proses defikasi dan fosfatasi

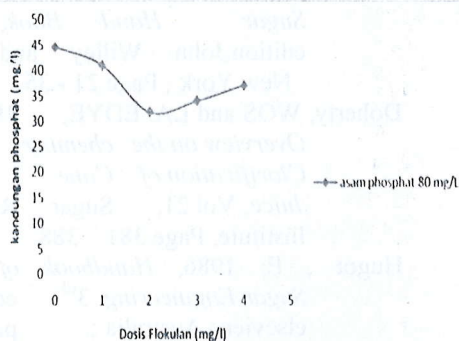
Hasil dan Pembahasan



Gambar 5. Hubungan dosis flokulan dengan nilai harkat kemurnian polarisasi.

HK POL adalah derajat kemurnian polarisasi yang merupakan parameter terpenting dalam pengukuran kemurnian gula dalam setiap 100 gr nira, semakin tinggi nilainya maka semakin murni niranya ini berarti di dalam nira terdapat kandungan gula yang besar, sedangkan alat ukur dan HK POL ini adalah polarimeter / sacharimeter dengan satuan °S atau sachari.

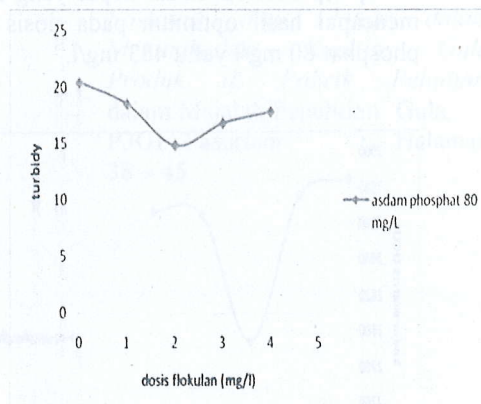
Dari gambar 5 diatas menunjukkan bahwa dengan bertambahnya dosis asam fosfat dan flokulan maka menyebabkan turunnya nilai HK POL. Yang menyebabkan turunnya nilai HK POL adalah dosis flokulan dan fosfat yang berlebih yang terjadi selama proses pemurnian berlangsung sehingga kelebihan zat-zat tersebut di atas tidak semua bereaksi dengan susu kapur yang merupakan impurities sehingga akan menurunkan HK dan nira jernih. Nilai terbaik didapat pada penambahan asam fosfat 80 mg/l tanpa flokulan yaitu 91,37 °S.



Gambar 6. Hubungan dosis flokulan dengan kandungan fosfat.

Uji phosphat dilakukan untuk mengetahui berapa kandungan phosphat yang terikat dalam nira dan menurut ketentuan yang ditetapkan bahwa kadar phosphat dari nira tidak boleh melebihi 300 mg/l, dalam uji phosphat digunakan alat yang dinamakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 650 nm.

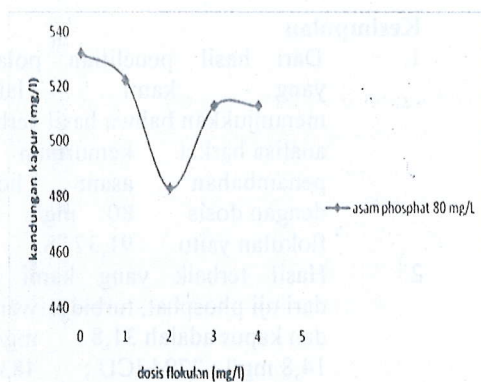
Dan gambar 6 di atas menunjukkan bahwa dengan bertambahnya dosis asam phosphat maka semakin turun pula kandungan phosphat yang terikat dalam nira jernih, hal ini disebabkan dalam proses pemurnian nira terjadi reaksi sehingga terbentuklah gumpalan yang dinamakan trikalsium phosphat $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ dan mengikat kapur Ca^{2+} tetapi tidak berlaku untuk penambahan dosis flokulan. Sedangkan untuk hasil terbaik didapatkan pada penambahan dosis flokulan 2 mg/L pada dosis asam phosphat 80 mg/l yaitu 31,8 mg/l.



Gambar 7. Hubungan dosis flokulan dengan turbidity.

Turbidity adalah tingkat kejernihan suatu nira, iniberarti bahwa semakin rendah turbidinya maka semakin jernih nira yang didapat. Alat yang digunakan untuk mengukur turbudy adalah spektrofotometer dengan panjang gelombang 900 nm.

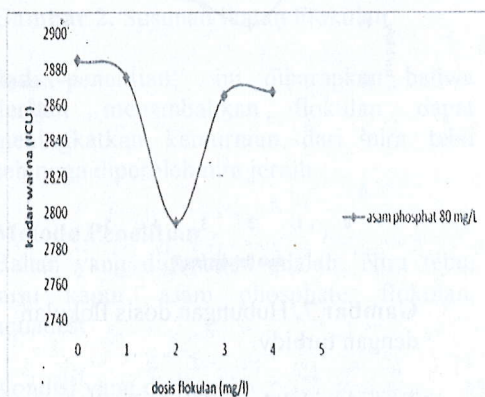
Dari gambar 7 di atas dapat disimpulkan bahwa semakin besar dosis asam phosphat yang ditambahkan maka semakin rendah turbidinya, hal ini disebabkan pengeluaran senyawa bukan gula / impurities semakin banyak, tetapi tidak sama halnya dengan penambahan dosis flokulan, terlihat dalam grafik di atas pada flokulan 2 mg/l terdapat penurunan nilai turbidity yang berarti mencapai hasil yang optimal terutama pada dosis asam phosphat 80 mg/l yaitu 14,8.



Gambar 8. Hubungan dosis flokulan dengan kandungan kapur

Uji kapur dilakukan dengan cara titrasi menggunakan EDTA 4 % kandungan kapur dalam nira tidak boleh melebihi 500 mg/l. Dari gambar 8 diatas diperoleh kesimpulan semakin bertambahnya dosis asam phosphat

dan flokulan maka kadar kapur semakin rendah, hal ini disebabkan kapur bereaksi dengan fosfat sehingga terbentuk gumpalan tricalcium fosfat, tetapi tidak sama halnya dengan penambahan dosis flokulan terlihat dalam grafik diatas 2 mg/l terdapat penurunan kadar kapur yang berarti mencapai hasil optimum pada dosis asam fosfat 80 mg/l yaitu 483 mg/l.



Gambar 9. Hubungan dosis flokulan dengan kadar warna.

Uji warna menggunakan alat yang dinamakan spektrofometer dengan panjang gelombang 420 nm. Kandungan warna yang semakin rendah maka semakin tinggi kualitas dari nira. Satuan warna adalah ICU (International Colour Unit).

Dari gambar 9 diatas menunjukkan bahwa semakin besar dosis asam fosfat yang ditambahkan maka semakin rendah kandungan warnanya. Hal ini disebabkan karena zat berwarna dalam nira diadsorpsi oleh gumpalan / flok yang terbentuk selama proses fosfatasi.

Kandungan warna yang optimum menurut penelitian kami adalah 2794 ICU pada dosis asam fosfat 80 mg/l dan flokulan 2 mg/l.

Kesimpulan

1. Dari hasil penelitian polarisasi yang kami lakukan menunjukkan bahwa hasil terbaik analisa harkat kemurnian pada penambahan asam fosfat dengan dosis 80 mg/l tanpa flokulan yaitu 91,37 °S.
2. Hasil terbaik yang kami dapat dari uji fosfat, turbiditas, warna, dan kapur adalah 31,8 mg/l ; 14,8 mg/l ; 2794 ICU ; 483 mg/l yaitu pada penambahan dosis asam fosfat 80 mg/l dan dosis flokulan 2 mg/l.
3. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin bertambahnya dosis asam fosfat, maka semakin baik

hasil yang didapatkan dari uji fosfat, turbiditas, warna dan kapur. Karena asam fosfat dapat meningkatkan harkat kemurnian, menurunkan turbiditas atau meningkatkan kejernihannya serta dapat pula menurunkan kandungan kapur dan warnanya.

4. Dosis asam fosfat yang ditambahkan tidak bisa dijadikan sebagai variabel peubah dikarenakan penambahan larutan ini dalam pH yang sama yaitu sampai netral sekalipun dengan dosis yang berbeda.

Daftar Pustaka

- Adisewojo, RSodo, 1991, *Bercocok Tanam Tebu*, PT. Bale Bandung : Bandung ; Halaman 19.
- Agung R, Eris, Tri Mulyani, 2007, *Fermentasi Nira Tebu Menjadi Asam Laktat*, Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia UPN "Veteran" Jawa Timur.
- Chen, James.C. P. and Chou, 1993, *Cane Sugar Hand Book*, 12th edition, John Willey and sons : New York ; Page 21 - 35.
- Doherty, WOS and LA. EDYE, 1991, *An Overview on the chemistry of Clarification of Cane Sugar Juice*, Vol 21, Sugar Research Institute, Page 381 - 388.
- Hugot, E, 1986, *Handbook of Cane Sugar Engineering*, 3rd edition, elsevier : Australia ; page 401 - 403.
- IWayan Warsa, 2006, *Kajian Pengaruh Fouling Pada Pemurnian Nira Tebu*, Jurnal Teknik Kimia Vol 1, No 1 Halaman 22 - 25.
- Pudjaatmaka, A. H, 1986, *Kimia Untuk Universitas* 2, Edisi keenam, Erlangga Jakarta ; Halaman 416 - 417.
- Purnomo, Edi, 1994, *Susu Kapur Bening untuk Pra Defikasi nira gilingan* dalam Majalah Penelitian Gula Indonesia, P3GI : Pasuruan
- Sastrowijoyo. S, 1996, *Sorghum Manis Sebagai Pemanis non Tebu* dalam Prospek Tanaman Sorghum untuk Pengembangan Agro Industri, Edisi khusus Balitkabi BP7 ; Halaman 64 - 71.

Sumarno dan HM Mochtar, 1990, *Peningkatan Kadar P_2O_5 dalam Nira Tebu dalam Prosiding Pertemuan Teknis Tengah Tahunan II/1990, P3GI : Pasuruan.*

Sumarno, 1994, *Hal-hal yang Perlu Diperhatikan dalam Proses Pemurnian Tebu, P3GI : Pasuruan.*

Sumarno, 1997, *Kemampuan Proses Fosfatasi dan Flotasi dalam Meningkatkan Kualitas Gula Produk di Pabrik Pelaihari dalam Majalah Penelitian Gula, P3GI : Pasuruan ; Halaman 38 - 45.*